

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-122504

(43)Date of publication of application : 12.05.1995

(51)Int.Cl.

H01L 21/205

H01L 21/22

H01L 21/31

(21)Application number : 05-287542

(71)Applicant : TOKYO ELECTRON LTD  
TOKYO ELECTRON TOHOKU LTD

(22)Date of filing : 22.10.1993

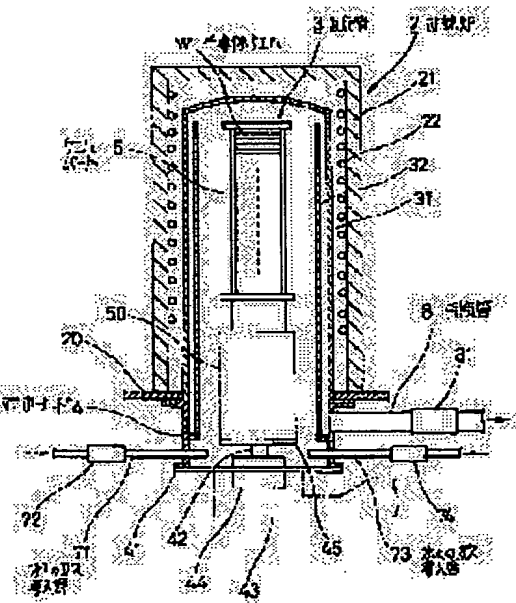
(72)Inventor : TAGO KENJI

## (54) FILM FORMATION

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To obtain a silicon oxide film at a large film-forming speed by retaining a number of bodies to be treated at a retention tool with a space and while they are overlapped and at the same time by supplying monosilane gas and nitrous oxide gas into a reaction pipe at a large flow rate.

**CONSTITUTION:** A heating furnace 2 is placed on a base plate 20 and is constituted by providing a heater 22 on the inner-periphery surface of a heat-insulating layer 21. In a wafer boat 5, an annular placement stand is laid out in parallel with a specific spacing between ceiling and bottom plates, a reverse L-shaped supporting member is provided on the upper surface and a wafer W is placed on the supporting member. First, an atmosphere to be treated within a reaction pipe 3 is heated so that temperature reaches 800° C and a wafer boat 5 retaining the wafer W is carried into the reaction pipe 3 from a lower opening using an elevation stand 43. Then, the flow rate of monosilane gas is set to 50-100cc per minute and the flow rate ratio between monosilane gas and nitrous oxide gas is set to 1:40-1:60 and the pressure within the reaction pipe is set to 0.9-1.5Torr for forming film.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

17.03.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3281467

[Date of registration]

22.02.2002

[Number of appeal against examiner's decision]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-122504

(43) 公開日 平成7年(1995)5月12日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/205				
21/22	5 1 1	9278-4M		
21/31				
			H 0 1 L 21/ 31	B
審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 7 頁)				

(21) 出願番号 特願平5-287542

(22) 出願日 平成5年(1993)10月22日

(71) 出願人 000219967

東京エレクトロン株式会社

東京都港区赤坂5丁目3番6号

(71) 出願人 000109576

東京エレクトロン東北株式会社

岩手県江刺市岩谷堂字松長根52番地

(72) 発明者 多胡 研治

神奈川県津久井郡城山町町屋1丁目2番41

号 東京エレクトロン東北株式会社相模事  
業所内

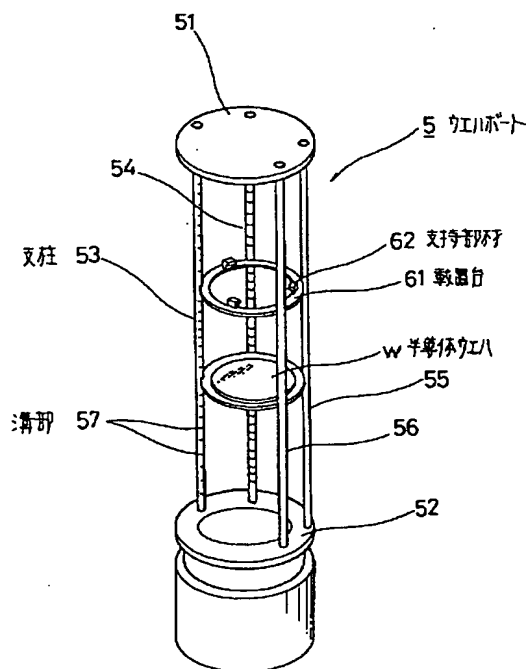
(74) 代理人 弁理士 井上 俊夫

(54) 【発明の名称】 成膜方法

(57) 【要約】

【目的】 モノシランガスと一酸化二窒素ガスを用いて被処理体例えば半導体ウエハにシリコン酸化膜を形成する方法において、成膜速度を大きくすること。

【構成】 多数の環状の載置台61が各々水平に上下に支柱53～56に沿って配列されて構成されたウエハポート5を用い、環状の載置台61上に支持部材62を介して夫々ウエハを載置する。このウエハポート5を反応管3内に搬入し、SiH<sub>4</sub>ガスの流量を毎分50cc～毎分100cc、及びSiH<sub>4</sub>ガスとN<sub>2</sub>Oガスとの流量比を1:40～1:60に設定すると共に、反応管3内の圧力を0.9Torr～1.5Torrに設定し、例えば800℃の均熱雰囲気中で成膜処理を行い、ウエハ上にシリコン酸化膜を得る。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 多数の被処理体を間隔をおいて重ねた状態で保持具に保持させて反応管内に搬入し、反応管内を加熱雰囲気かつ減圧雰囲気にして、モノシランガス及び一酸化二窒素ガスを用いて被処理体にシリコン酸化膜を形成する成膜方法において、

モノシランガスの流量を毎分50CC～毎分100CC、及びモノシランガスと一酸化二窒素ガスとの流量比を1:40～1:60に夫々設定し、反応管内の圧力を0.9Torr～1.5Torrに設定して成膜を行うことを特徴とする成膜方法。

【請求項2】 保持具は、鉛直方向に伸びる支柱に沿って多数の環状の載置台を各々水平にかつ上下に間隔をおいて配置し、これら環状の載置台の上に被処理体を夫々載置するように構成されることを特徴とする請求項1の成膜方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、成膜方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 半導体デバイスの製造工程で形成される薄膜は、化学成分が同じでありながら、その製法によって膜質が異なり、このため用途に応じた最適な膜質が得られるように、またスループットや歩留まりなどにおいて有利な条件となるように、種々の製法が検討されている。例えばシリコン酸化膜については、シリコン膜を酸化する方法やCVD (Chemical Vapor Deposition)法により成膜する法などがあり、後者の中にも例えばモノシラン ( $\text{SiH}_4$ ) 及び一酸化二窒素 ( $\text{N}_2\text{O}$ ) ガスを反応させるHOT法などと呼ばれる方法や有機シリコンソース例えばTEOS (テトラエチルオルソシリケート) と酸素ガスとを反応させる方法などが知られている。

【0003】 ここでHOT法により得られるシリコン酸化膜 ( $\text{SiO}_2$  膜) は、TEOSを用いる方法により得られるシリコン酸化膜と比較して、a. アニール後の熱収縮率が小さいので膜剥れが起りにくい、b. エッチングレートが近い、つまり膜が緻密で絶縁性が良い、c. ステップカバレッジが良好でボイドレス化を図れる、などの点で優れており、DRAMのLDD構造用のスペーサや層間絶縁膜などに用いられている。

【0004】 このHOT法により縦型熱処理装置を用いてシリコン酸化膜を成膜する従来の方法について述べると、多数枚のウエハをウエハポートに間隔をおいて重ねた状態で保持して縦型の反応管内にロードし、反応管内を800℃の温度に加熱して、ヘリウム ( $\text{He}$ ) ガスで20%に希釈したモノシランガスを毎分240CCの流量で、また一酸化二窒素ガスを毎分2400CCの流量で反応管内に供給すると共に0.8Torrの減圧雰囲気にしてシリコン酸化膜を成膜している。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら上述のHOT法によりシリコン酸化膜を得る方法は、成膜速度が遅く、このためスループットが低いという問題があった。

【0006】 本発明は、このような事情の下になされたものであり、その目的は成膜速度を速め、その結果スループットを向上させることができる成膜方法を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】 請求項1の発明は、多数の被処理体を間隔をおいて重ねた状態で保持具に保持させて反応管内に搬入し、反応管内を加熱雰囲気かつ減圧雰囲気にして、モノシランガス及び一酸化二窒素ガスを用いて被処理体にシリコン酸化膜を形成する成膜方法において、モノシランガスの流量を毎分50CC～毎分100CC、及びモノシランガスと一酸化二窒素ガスとの流量比を1:40～1:60に夫々設定し、反応管内の圧力を0.9Torr～1.5Torrに設定して成膜を行うことを特徴とする。

【0008】 請求項2の発明は、請求項1の発明において、保持具は、鉛直方向に伸びる支柱に沿って多数の環状の載置台を各々水平にかつ上下に間隔をおいて配置し、これら環状の載置台の上に被処理体を夫々載置するように構成されることを特徴とする。

【0009】

【作用】 上述のプロセス条件でシリコン酸化膜を成膜すると、良好な膜厚の面内均一性を得ながら、大きな成膜速度でシリコン酸化膜が成膜される。また環状の載置台を用いた被処理体の保持具を用いれば、環状の載置台の存在により被処理体周縁部のガスの早い流れが緩和されるので被処理体の膜厚の面内均一性をより高くできる。

【0010】

【実施例】 図1は本発明方法を実施するために用いられる成膜装置の一例を示す縦断側面図である。加熱炉2はベースプレート20上に載置されており、断熱層21の内周面に、後述の反応管を圍繞するようにヒータ22を設けて構成される。

【0011】 前記加熱炉2内には、例えば石英からなる、上端が閉じている外管31と、この外管31内に同心状に設置された例えば石英からなる、例えば内径25cm、長さ150cmの内管32とを備えた、被処理雰囲気形成する2重管構造の反応管3が設けられている。

【0012】 前記外管31及び内管32は、各々その下端にてステンレス等からなる管状のマニホールド4に保持されており、このマニホールド4の下端開口部には、当該開口を気密に封止するためのキャップ部41が開閉自在に設けられている。

【0013】 前記キャップ部41の中心部には、例えば磁気シールにより気密な状態で回転可能な回転軸42が

挿通されており、回転軸42の下端は昇降台43の回転機構44に接続されると共に、上端はターンテーブル45に固定されている。前記ターンテーブル45の上方側には、保温管50を介して被処理体保持具である例えば石英製のウエハポート5が搭載されており、このウエハポート5は、図2に示すように、上下にそれぞれ対向して配置された円形の天板51及びリング形状の底板52を備えると共に、これらの間に例えば4本の支柱53～56を設けて構成され、天板51と底板52との間には例えば150枚の環状の載置台61が所定の間隔をおいて平行に配置されている。これら環状の載置台61は、図3に示すように、その外周縁部が各支柱53～56に形成された4つの溝部57に挿入されて保持されている。

【0014】また環状の載置台61は、ウエハポート5の位置に応じて形状を変えて形成されている。即ちウエハポート5の下部側（底板52側）では、図4（a）に示すように、ほぼ真円の形状に形成されているが、ウエハポート5の中央部では、図4（b）に点線で示すように、支柱53～56が設けられていない側は環状の載置台61の内周縁部が内側に入りこんでおり、この側のリング幅aは支柱53～56が設けられた側のリング幅より大きくなるように形成されている。さらにウエハポート5の上部側（天板51側）では図4（c）に示すように、中央部に設けられた環状の載置台61よりも、支柱53～56が設けられていない側のリング幅aが大きく形成されている。またこのように形成された環状の載置台61の上面における例えば周方向に3等分した3ヶ所には、逆L字状の支持部材62が設けられており、この支持部材62上にウエハWが載置される。

【0015】前記マニホールド4の下部側面には、成膜用ガスであるモノシランガス及び一酸化二窒素ガスを内管32内に導入するための第1のガス導入管71及び第2のガス導入管73が水平に挿設されており、この第1のガス導入管71はマスフローコントローラ72を介して図示しないモノシランガス供給源に接続されており、第2のガス導入管73はマスフローコントローラ74を介して図示しない一酸化二窒素ガス供給源に接続されている。

【0016】また前記マニホールド4の上部側面には、外管31と内管32との間隙から処理ガスを排出して反応管3内を所定の減圧雰囲気と設定するために、真空ポンプ81に連結された排気管8が接続されている。

【0017】次に上述の成膜装置を用いて行われる本発明の実施例について説明する。先ずウエハポート5のセンター部（上下方向の中央部）の温度が800℃となるように反応管3内の被処理雰囲気を加熱しておいて、例えば150枚のウエハWを保持したウエハポート5を反応管3内に下方開口部から昇降台43により搬入する。

【0018】続いて反応管3内を例えば1.1 Torr

程度の真空度まで真空引きした後に第1のガス導入管71から、ヘリウムガスで希釈した20%のモノシランガスを例えば400 SCCM（毎分400 CC）の流量（100%モノシランガスで80 SCCMの流量）で内管32内に導入すると共に、第2のガス導入管73から一酸化二窒素ガスを例えば4000 SCCMの流量で内管32内に導入し、反応管3内を例えば1.1 Torrの圧力となるように排気を行い、ウエハポート5を例えば0.5 rpmの回転数で回転させながら50分間成膜を行う。

【0019】このようなプロセス条件で成膜処理を行うことにより、後述の実験例からも明らかにように大きな成膜速度でシリコン酸化膜が得られる。

【0020】なおモノシランガス及び一酸化二窒素ガスを反応管3内に大流量で供給すると、膜厚に対するガスの流速の影響が大きくなり、ガスの流速に対してウエハの外周縁部が最も影響を受けやすくなると考えられるが、本実施例ではウエハWは環状の載置台61上に例えば支持部材62を介して載置されているため、環状の載置台61が障害となってウエハWの外方側近傍領域のガスの流れを妨げ、これによりウエハW周縁部のガスの流れが弱められて中心側領域との流速の差が小さくなるので、成膜に対するガスの流速の影響が少なくなり、膜厚について高い面内均一性を確保することができる。

【0021】またウエハポート5には、構造上支柱53～56が設けられた側と、設けられていない側があるが、この支柱53～56もガスの流れを妨げる障害となり、支柱が設けられた側と設けられない側とのガスの流速が異なって膜厚の面内均一性が低下することが考えられるが、この問題には上述のように環状の載置台61を構成することで対応できる。

【0022】即ち、図4（b）、（c）に示すように、環状の載置台61のリング幅を全ての箇所て同一にするのではなく、支柱が設けられていない側のリング幅を反対側のリング幅より大きくし、支柱が設けられた側よりも、環状の載置台61のガスの流れを妨げる障害物としての割合を大きくすることにより、支柱53～56により妨げられるガスの流れと、リング幅が大きく形成された環状の載置台61により妨げられるガスの流れとのバランスを取ることができ、膜厚の面内均一性を高めることができる。

【0023】なお処理ガスは反応管3の下部から導入されるので、処理ガスの温度は下部側では低く、上部側では高くなるが、温度の高い程反応が促進されるので、反応管3の上部側程膜厚がガスの流速の影響を受けやすい。このためウエハポート5の上部側に設けられた環状の載置台61程、支柱が設けられていない側のリング幅を大きくすることが好ましい。一方ウエハポート5の下部側は温度が低く膜厚に対するガスの流速の影響は小さいため、このようなリング幅の調整を特に行わなくても

10

20

30

40

50

よい。

【0024】次に本実施例の効果を確認するために行った実験の結果について説明する。図5は、上述の装置を用いて、成膜温度を800℃、装置内圧力を1.1 Torrに設定すると共に、ヘリウムガスで20%に希釈したモノシランガスの流量を400 SCCM、一酸化二窒素ガスの流量を4000 SCCMに設定して得られたシリコン酸化膜のウェハポート上のウェハ位置に対する成膜速度と膜厚の面内均一性の測定結果である。また図6は従来の方法、即ち成膜温度を800℃、装置内圧力を0.8 Torrに設定すると共に、ヘリウムガスで20%に希釈したモノシランガスの流量を240 SCCM、一酸化二窒素ガスの流量を2400 SCCMに設定して得られたシリコン酸化膜のウェハポート上のウェハ位置に対する成膜速度と膜厚の面内均一性（ウェハの外周縁部から5 mmの位置と中心位置との均一性）の測定結果である。

【0025】両図共、縦軸は成膜速度及び膜厚の面内均一性であり、横軸はウェハポート上のウェハ位置であって、ウェハポートの上部側から数えたウェハの位置を示している。また図中白色で描かれた記号で示すプロットは成膜速度、黒色で描かれた記号で示すプロットは膜厚の面内均一性を夫々表し、丸、四角、三角で示すプロットは夫々成膜処理の第1回目、第2回目、第3回目を示している。

【0026】図5より本実施例の方法では、平均成膜速度32オングストローム/min、面内均一性±4%以下、面間均一性±2%以下、バッチ間均一性±1%以下であって、図6との比較により、従来の面内均一性や面間均一性、バッチ間均一性を維持したまま、従来の方法では約22.5オングストローム/min程度であった成膜速度を約1.5倍の速度に速めることが確認された。

【0027】図7は、標準シーケンスを用いて4000オングストロームのシリコン酸化膜を成膜するのに要するトータルのシーケンス時間を、従来方法と本実施例の方法とで比較した結果を示している。図中左側が従来方法で要する時間を表し、右側が本実施例の方法で要する時間を表している。また図中Aは成膜処理の前工程、Bは成膜処理工程、Cは成膜処理の後工程を示している。

【0028】この結果により、従来方法と本実施例の方法とは成膜処理の前後の工程に要する時間は同じであるが（前工程80分、後工程60分）、成膜処理に要する時間は、本実施例の方法では、133.3分であり、200分を要する従来の方法に比較して約67分少なく、結果としてトータルのシーケンス時間（従来方法340分、本実施例の方法273.3分）もその分だけ短縮することができることが確認された。従って本実施例の方法では、成膜速度を速くすることができ、その結果スループットを向上させることが認められた。

なお成膜する膜厚が厚い程スループットの向上が期待できる。

【0029】また上述の実験に伴い、2500オングストロームのシリコン酸化膜を成膜したウェハについて0.2 μm以上のパーティクルの増加量をサーフスキャン6200を使用して測定したところ、最も多い所で34個/ウェハであり、パーティクルの発生は少なく、この面においても良い結果であった。

【0030】ここで本発明では、反応管内の圧力を0.9 Torr～1.5 Torr、モノシランガス（100%換算）の流量を毎分50 cc～毎分100 cc、モノシランガスと一酸化二窒素ガスとの流量比を1:40～1:60とすることが必要である。反応管内の圧力及びモノシランガスの流量が上述の下限値よりも低くなると大きな成膜速度が得られないし、また上限値よりも高くなると、あるいはモノシランガスと一酸化二窒素ガスとの流量比が上述の範囲から外れるとSiO<sub>2</sub>膜内に異物が混入してしまう。

【0031】なおこのプロセス条件の範囲で次のような条件下で成膜速度及び膜厚の面内均一性を調べたところ以下のような結果であった。

〔プロセス条件〕

（1） 100%モノシランガス流量：70 SCCM、一酸化二窒素ガス流量：3500 SCCM、装置内圧力：1.5 Torr、成膜中心温度：750℃、成膜時間：50分

（2） 100%モノシランガス流量：80 SCCM、一酸化二窒素ガス流量：4000 SCCM、装置内圧力：1.5 Torr、成膜中心温度：750℃、成膜時間：50分

（3） ヘリウムガスで20%に希釈したモノシランガス流量：400 SCCM、一酸化二窒素ガス流量：4000 SCCM、装置内圧力：1.0 Torr、成膜中心温度：800℃、成膜時間：70分

（4） ヘリウムガスで20%に希釈したモノシランガス流量：400 SCCM、一酸化二窒素ガス流量：4000 SCCM、装置内圧力：1.2 Torr、成膜中心温度：800℃、成膜時間：70分

（5） ヘリウムガスで20%に希釈したモノシランガス流量：400 SCCM、一酸化二窒素ガス流量：4000 SCCM、装置内圧力：1.1 Torr、成膜中心温度：800℃、成膜時間：70分

〔結果〕プロセス条件（1）、（2）、（3）、

（4）、（5）の結果を夫々図8～12に示す。図において、縦軸は成膜速度及び膜厚の面内均一性であり、横軸はウェハポート上のウェハ位置であって、ウェハポートの上部側から数えたウェハの位置を示している。また図中白色で描かれた記号で示すプロットは成膜速度、黒色で描かれた記号で示すプロットは膜厚の面内均一性を夫々表している。

【0032】

【図8】

【0033】

【図9】

【0034】

【図10】

【0035】

【図11】

【0036】

【図12】以上の結果により、上述のプロセス条件では、平均成膜速度が30～40オングストローム/min、平均面内均一性が2.3～5.2%であって、従来の面内均一性を維持しながら、成膜速度を早めることができることが確認された。

【0037】

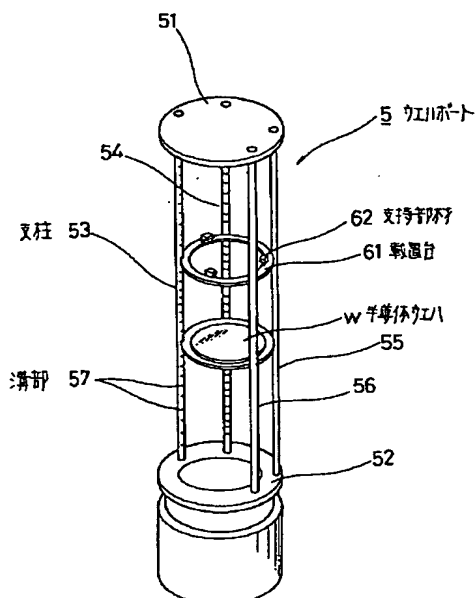
【発明の効果】このように本発明によれば、反応管内の圧力を高くすると共に、モノシランガス及び一酸化二窒素ガスを大流量で反応管内に供給しているため、大きな成膜速度でシリコン酸化膜を得ることができ、この結果スループットの向上が図られる。また請求項2の発明によれば、環状の載置台を備えた被処理体保持台を用いているため、モノシランガス及び一酸化二窒素ガスを大流量で供給しても成膜されたシリコン酸化膜の膜厚の面内均一性を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明方法を実施するために用いられる成膜装置の一例を示す縦断面図である。

【図2】本発明方法の実施例で用いたウェハポートを示\*

【図2】



\*す外観斜視図である。

【図3】本発明方法の実施例で用いたウェハポートの一部分を示す断面図である。

【図4】本発明方法の実施例で用いた環状の載置台を示す説明図である。

【図5】ウェハポート上のウェハ位置と成膜速度及び面内均一性との関係を示す特性図である。

【図6】ウェハポート上のウェハ位置と成膜速度及び面内均一性との関係を示す特性図である。

10 【図7】従来方法と本発明方法とのシーケンスに要する時間の比較説明図である。

【図8】ウェハポート上のウェハ位置と成膜速度及び面内均一性との関係を示す特性図である。

【図9】ウェハポート上のウェハ位置と成膜速度及び面内均一性との関係を示す特性図である。

【図10】ウェハポート上のウェハ位置と成膜速度及び面内均一性との関係を示す特性図である。

【図11】ウェハポート上のウェハ位置と成膜速度及び面内均一性との関係を示す特性図である。

20 【図12】ウェハポート上のウェハ位置と成膜速度及び面内均一性との関係を示す特性図である。

【符号の説明】

2 加熱炉

3 反応管

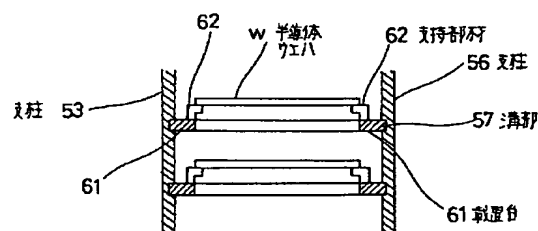
4 マニホールド

5 ウェハポート

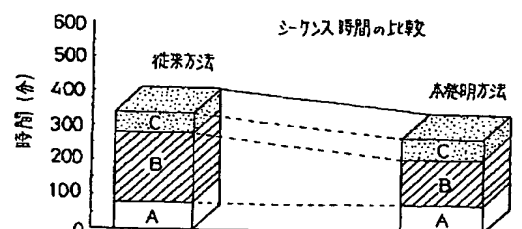
61 環状の載置台

62 支持部材

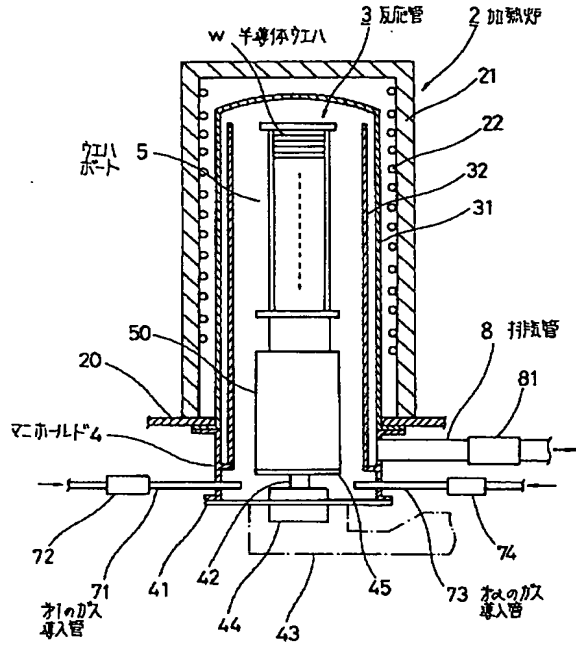
【図3】



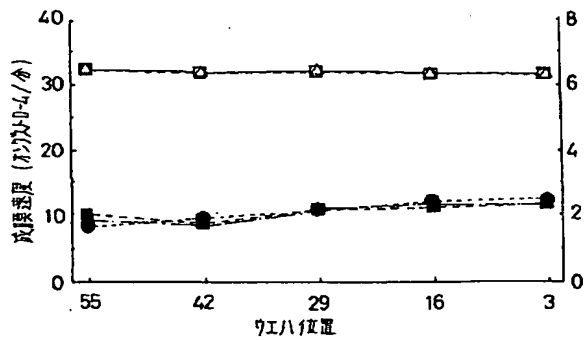
【図7】



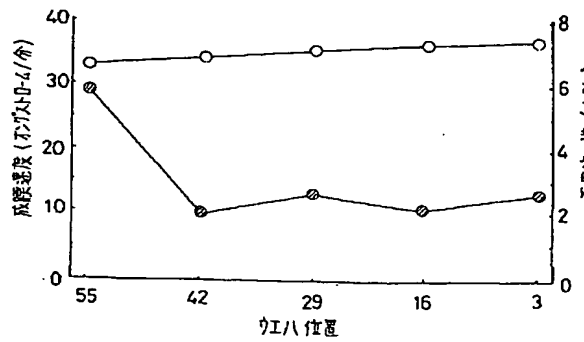
【図1】



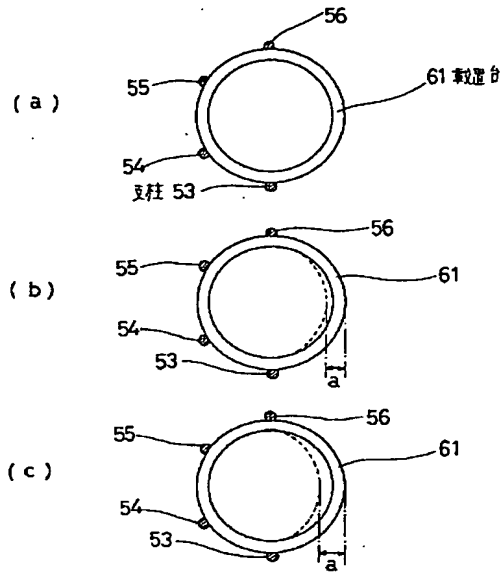
【図5】



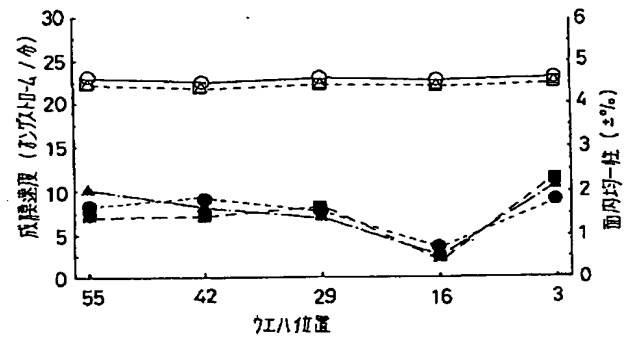
【図8】



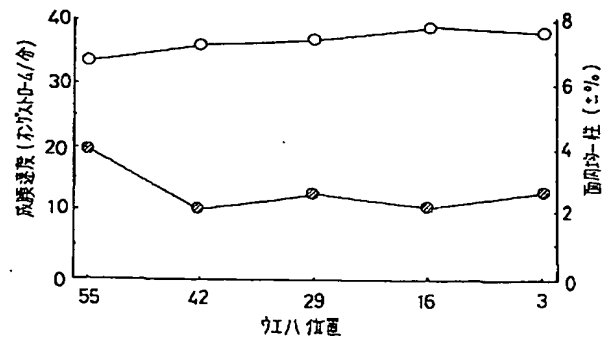
【図4】



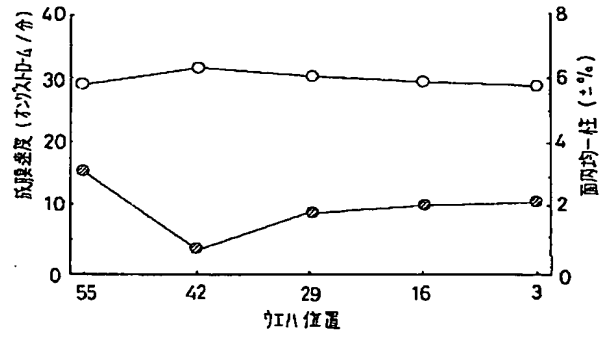
【図6】



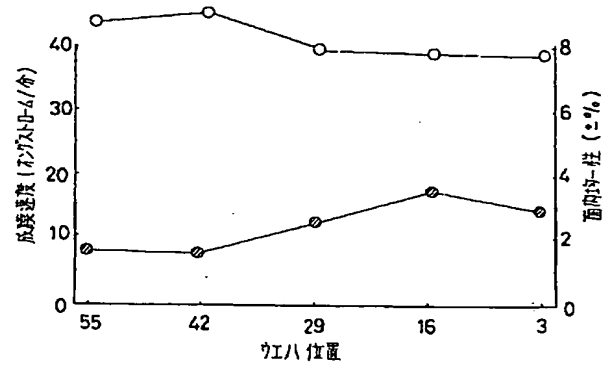
【図9】



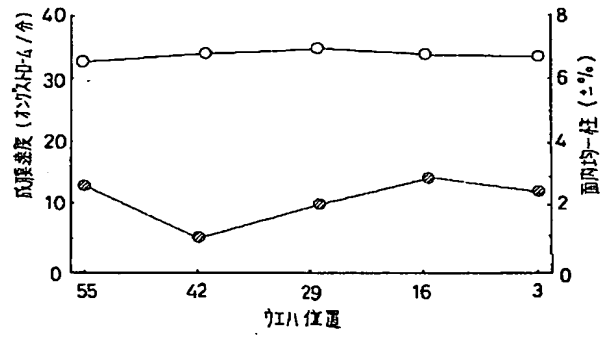
【図10】



【図11】



【図12】





【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載  
 【部門区分】第 7 部門第 2 区分  
 【発行日】平成 13 年 4 月 6 日 (2001. 4. 6)

【公開番号】特開平 7-122504  
 【公開日】平成 7 年 5 月 12 日 (1995. 5. 12)  
 【年通号数】公開特許公報 7-1226  
 【出願番号】特願平 5-287542  
 【国際特許分類第 7 版】

B01D 53/34 134  
 ZAB  
 128

B01J 20/02 ZAB  
 21/06 ZAB  
 21/10 ZAB  
 23/02 ZAB  
 23/06 ZAB  
 23/14 ZAB  
 23/20 ZAB  
 23/24 ZAB  
 23/30 ZAB  
 23/34 ZAB  
 23/74 ZAB  
 23/84 ZAB  
 311

H01L 21/205  
 21/22 511  
 21/31

【F I】

H01L 21/205  
 21/22 511  
 21/31 B

【手続補正書】

【提出日】平成 12 年 3 月 17 日 (2000. 3. 17)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正内容】

【書類名】明細書

【発明の名称】成膜方法、被処理体保持具及び熱処理装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】多数の被処理体を間隔をおいて重ねた状態で保持具に保持させて縦型の反応管内に搬入し、反応管内を加熱雰囲気かつ減圧雰囲気にして、モノシランガス及び一酸化二窒素ガスを用いて被処理体にシリコン酸化膜を形成する成膜方法において、

モノシランガスと一酸化二窒素ガスとの流量比を 1:40~1:60 に夫々設定し、反応管内の圧力を 0.9 Torr~1.5 Torr に設定して成膜を行うことを特徴とする成膜方法。

【請求項 2】モノシランガスの流量を毎分 50℃~毎分 100℃ に設定することを特徴とする請求項 1 記載の成膜方法。

【請求項 3】保持具は、鉛直方向に伸びる支柱に沿って多数の環状の載置台を各々水平にかつ上下に間隔をおいて配置し、これら環状の載置台の上に被処理体を夫々載置するように構成されることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の成膜方法。

【請求項 4】縦型の反応管内を加熱雰囲気かつ減圧雰囲気にして、成膜ガスを用いて被処理体に成膜するときに用いられる被処理体保持具において、円周に沿って複数配置され、各々鉛直方向に伸びる支柱

と、  
これら支柱にその外周縁部が保持されて各々水平に設けられると共に上下に間隔をおいて配置された多数の環状の載置台と、を備え、

前記載置台において、被処理体の搬入側である、支柱が設けられていない側のリング幅は、支柱が設けられている側のリング幅よりも大きいことを特徴とする被処理体保持具。

【請求項5】 載置台は、支柱が設けられていない側の内周縁部が内側に入り込んでいることを特徴とする請求項4記載の被処理体保持具。

【請求項6】 支柱が設けられていない側の載置台のリング幅は、下部側の載置台よりも上部側の載置台の方が大きいことを特徴とする請求項4または5記載の被処理体保持具。

【請求項7】 載置台の複数個所に被処理体が載置される支持部材が設けられたことを特徴とする請求項4、5または6記載の被処理体保持具。

【請求項8】 縦型の反応管と、この反応管を囲むように設けられたヒータと、請求項4ないし7のいずれかに記載の被処理体保持具と、を備え、前記被処理体保持具に多数の被処理体を間隔をおいて重ねた状態で保持して前記反応管内に搬入し、この反応管内を加熱雰囲気かつ減圧雰囲気にして、成膜ガスを用いて被処理体に成膜することを特徴とする熱処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、成膜方法、被処理体保持具及び熱処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体デバイスの製造工程で形成される薄膜は、化学成分が同じでありながら、その製法によって膜質が異なり、このため用途に応じた最適な膜質が得られるように、またスループットや歩留まりなどにおいて有利な条件となるように、種々の製法が検討されている。例えばシリコン酸化膜については、シリコン膜を酸化する方法やCVD (Chemical Vapor Deposition)法により成膜する法などがあり、後者の中にも例えばモノシラン ( $\text{SiH}_4$ ) 及び一酸化二窒素 ( $\text{N}_2\text{O}$ ) ガスを反応させるHOT法などと呼ばれる方法や有機シリコンソース例えばTEOS (テトラエチルオルソシリケート) と酸素ガスを反応させる方法などが知られている。

【0003】ここでHOT法により得られるシリコン酸化膜 ( $\text{SiO}_2$  膜) は、TEOSを用いる方法により得られるシリコン酸化膜と比較して、a. アニール後の熱収縮率が小さいので膜剥れが起りにくい、b. エッチングレートが近い、つまり膜が緻密で絶縁性が良い、c. ステップカバレージが良好でボイドレス化を図れる、などの点で優れており、DRAMのLDD構造用の

スペーサや層間絶縁膜などに用いられている。

【0004】このHOT法により縦型熱処理装置を用いてシリコン酸化膜を成膜する従来の方法について述べると、多数枚のウエハをウエハポートに間隔をおいて重ねた状態で保持して縦型の反応管内にロードし、反応管内を800℃の温度に加熱して、ヘリウム ( $\text{He}$ ) ガスで20%に希釈したモノシランガスを毎分2400CCの流量で、また一酸化二窒素ガスを毎分2400CCの流量で反応管内に供給すると共に0.8 Torrの減圧雰囲気にしてシリコン酸化膜を成膜している。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上述のHOT法によりシリコン酸化膜を得る方法は、成膜速度が遅く、このためスループットが低いという問題があった。

【0006】本発明は、このような事情の下になされたものであり、その目的は成膜速度を速め、その結果スループットを向上させることができる成膜方法を提供することにある。また他の目的はこの方法を実施するのに好適な被処理体保持具及び熱処理装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明に係る成膜方法は、多数の被処理体を間隔をおいて重ねた状態で保持具に保持させて反応管内に搬入し、反応管内を加熱雰囲気かつ減圧雰囲気にして、モノシランガス及び一酸化二窒素ガスを用いて被処理体にシリコン酸化膜を形成する成膜方法において、モノシランガスと一酸化二窒素ガスとの流量比を1:40～1:60に夫々設定し、反応管内の圧力を0.9 Torr～1.5 Torrに設定して成膜を行うことを特徴とする。この場合モノシランガスの流量は例えば毎分500CC～毎分1000CCに設定される。また保持具としては、鉛直方向に伸びる支柱に沿って多数の環状の載置台を各々水平にかつ上下に間隔をおいて配置し、これら環状の載置台の上に被処理体を夫々載置するように構成されるものが好ましい。

【0008】本発明に係る被処理体保持具は、円周に沿って複数配置され、各々鉛直方向に伸びる支柱と、これら支柱にその外周縁部が保持されて各々水平に設けられると共に上下に間隔をおいて配置された多数の環状の載置台と、を備え、前記載置台において、被処理体の搬入側である、支柱が設けられていない側のリング幅は、支柱が設けられている側のリング幅よりも大きいことを特徴とする。載置台は、支柱が設けられていない側の例えば内周縁部が内側に入り込んでいる構成を採用できる。また支柱が設けられていない側の載置台のリング幅は、下部側の載置台よりも上部側の載置台の方が大きいことが好ましい。更にまた載置台の複数個所に被処理体が載置される支持部材を設け、この支持部材を介して被処理体を載置台に載置するようにしてもよい。なお本発明は

このような被処理体を用いた熱処理装置にも権利が及ぶものである。

【0009】

【実施例】図1は本発明方法を実施するために用いられる成膜装置の一例を示す縦断側面図である。加熱炉2はベースプレート20上に載置されており、断熱層21の内周面に、後述の反応管を囲繞するようにヒータ22を設けて構成される。

【0010】前記加熱炉2内には、例えば石英からなる、上端が閉じている外管31と、この外管31内に同心状に設置された例えば石英からなる、例えば内径25cm、長さ150cmの内管32とを備えた、被処理雰囲気形成する2重管構造の反応管3が設けられている。

【0011】前記外管31及び内管32は、各々その下端にてステンレス等からなる管状のマニホールド4に保持されており、このマニホールド4の下端開口部には、当該開口を気密に封止するためのキャップ部41が開閉自在に設けられている。

【0012】前記キャップ部41の中心部には、例えば磁気シールにより気密な状態で回転可能な回転軸42が挿通されており、回転軸42の下端は昇降台43の回転機構44に接続されると共に、上端はターンテーブル45に固定されている。前記ターンテーブル45の上方側には、保温管50を介して被処理体保持具である例えば石英製のウエハポート5が搭載されており、このウエハポート5は、図2に示すように、上下にそれぞれ対向して配置された円形の天板51及びリング形状の底板52を備えると共に、これらの間に例えば4本の支柱53～56を設けて構成され、天板51と底板52との間には例えば150枚の環状の載置台61が所定の間隔をおいて平行に配置されている。これら環状の載置台61は、図3に示すように、その外周縁部が各支柱53～56に形成された4つの溝部57に挿入されて保持されている。

【0013】また環状の載置台61は、ウエハポート5の位置に応じて形状を変えて形成されている。即ちウエハポート5の下部側（底板52側）では、図4（a）に示すように、ほぼ真円の形状に形成されているが、ウエハポート5の中央部では、図4（b）に点線で示すように、支柱53～56が設けられていない側は環状の載置台61の内周縁部が内側に入りこんでおり、この側のリング幅aは支柱53～56が設けられた側のリング幅より大きくなるように形成されている。さらにウエハポート5の上部側（天板51側）では図4（c）に示すように、中央部に設けられた環状の載置台61よりも、支柱53～56が設けられていない側のリング幅aが大きく形成されている。またこのように形成された環状の載置台61の上面における例えば周方向に3等分した3ヶ所には、逆L字状の支持部材62が設けられており、この

支持部材62上にウエハWが載置される。

【0014】前記マニホールド4の下部側面には、成膜用ガスであるモノシランガス及び一酸化二窒素ガスを内管32内に導入するための第1のガス導入管71及び第2のガス導入管73が水平に挿設されており、この第1のガス導入管71はマスフローコントローラ72を介して図示しないモノシランガス供給源に接続されており、第2のガス導入管73はマスフローコントローラ74を介して図示しない一酸化二窒素ガス供給源に接続されている。

【0015】また前記マニホールド4の上部側面には、外管31と内管32との間隙から処理ガスを排出して反応管3内を所定の減圧雰囲気を設定するために、真空ポンプ81に連結された排気管8が接続されている。

【0016】次に上述の成膜装置を用いて行われる本発明の実施例について説明する。先ずウエハポート5のセンター部（上下方向の中央部）の温度が800℃となるように反応管3内の被処理雰囲気を加熱しておいて、例えば150枚のウエハWを保持したウエハポート5を反応管3内に下方開口部から昇降台43により搬入する。

【0017】続いて反応管3内を例えば1.1 Torr程度の真空度まで真空引きした後に第1のガス導入管71から、ヘリウムガスで希釈した20%のモノシランガスを例えば400 SCCM（毎分400 CC）の流量（100%モノシランガスで800 SCCMの流量）で内管32内に導入すると共に、第2のガス導入管73から一酸化二窒素ガスを例えば4000 SCCMの流量で内管32内に導入し、反応管3内を例えば1.1 Torrの圧力となるように排気を行い、ウエハポート5を例えば0.5 rpmの回転数で回転させながら50分間成膜を行う。

【0018】このようなプロセス条件で成膜処理を行うことにより、後述の実験例からも明らかなように大きな成膜速度でシリコン酸化膜が得られる。

【0019】なおモノシランガス及び一酸化二窒素ガスを反応管3内に大流量で供給すると、膜厚に対するガスの流速の影響が大きくなり、ガスの流速に対してウエハの外周縁部が最も影響を受けやすくなると考えられるが、本実施例ではウエハWは環状の載置台61上に例えば支持部材62を介して載置されているため、環状の載置台61が障害となってウエハWの外方側近傍領域のガスの流れを妨げ、これによりウエハW周縁部のガスの流れが弱められて中心側領域との流速の差が小さくなるので、成膜に対するガスの流速の影響が少なくなり、膜厚について高い面内均一性を確保することができる。

【0020】またウエハポート5には、構造上支柱53～56が設けられた側と、設けられていない側があるが、この支柱53～56もガスの流れを妨げる障害となり、支柱が設けられた側と設けられない側とのガスの流速が異なると膜厚の面内均一性が低下することが考えら

れるが、この問題には上述のように環状の載置台61を構成することで対応できる。

【0021】即ち、図4(b)、(c)に示すように、環状の載置台61のリング幅を全ての箇所では同一にするのではなく、支柱が設けられていない側のリング幅を反対側のリング幅より大きくし、支柱が設けられた側よりも、環状の載置台61のガスの流れを妨げる障害物としての割合を大きくすることにより、支柱53～56により妨げられるガスの流れと、リング幅が大きく形成された環状の載置台61により妨げられるガスの流れとのバランスを取ることができ、膜厚の面内均一性を高めることができる。

【0022】なお処理ガスは反応管3の下部から導入されるので、処理ガスの温度は下部側では低く、上部側では高くなるが、温度の高い程反応が促進されるので、反応管3の上部側膜厚がガスの流速の影響を受けやすい。このためウエハポート5の上部側に設けられた環状の載置台61程、支柱が設けられていない側のリング幅を大きくすることが好ましい。一方ウエハポート5の下部側は温度が低く膜厚に対するガスの流速の影響は小さいため、このようなリング幅の調整を特に行わなくてもよい。

【0023】次に本実施例の効果を確認するために行った実験の結果について説明する。図5は、上述の装置を用いて、成膜温度を800℃、装置内圧力を1.1 Torrに設定すると共に、ヘリウムガスで20%に希釈したモノシランガスの流量を400 SCCM、一酸化二窒素ガスの流量を4000 SCCMに設定して得られたシリコン酸化膜のウエハポート上のウエハ位置に対する成膜速度と膜厚の面内均一性の測定結果である。また図6は従来の方法、即ち成膜温度を800℃、装置内圧力を0.8 Torrに設定すると共に、ヘリウムガスで20%に希釈したモノシランガスの流量を240 SCCM、一酸化二窒素ガスの流量を2400 SCCMに設定して得られたシリコン酸化膜のウエハポート上のウエハ位置に対する成膜速度と膜厚の面内均一性（ウエハの外周縁部から5 mmの位置と中心位置との均一性）の測定結果である。

【0024】両図共、縦軸は成膜速度及び膜厚の面内均一性であり、横軸はウエハポート上のウエハ位置であって、ウエハポートの上部側から数えたウエハの位置を示している。また図中白色で描かれた記号で示すプロットは成膜速度、黒色で描かれた記号で示すプロットは膜厚の面内均一性を夫々表し、丸、四角、三角で示すプロットは夫々成膜処理の第1回目、第2回目、第3回目を示している。

【0025】図5より本実施例の方法では、平均成膜速度32 オングストローム/min、面内均一性±4%以下、面間均一性±2%以下、バッチ間均一性±1%以下であって、図6との比較により、従来の面内均一性や面

間均一性、バッチ間均一性を維持したまま、従来の方法では約22.5 オングストローム/min程度であった成膜速度を約1.5倍の速度に速めることが確認された。

【0026】図7は、標準シーケンスを用いて4000 オングストロームのシリコン酸化膜を成膜するのに要するトータルのシーケンス時間を、従来方法と本実施例の方法とで比較した結果を示している。図中左側が従来方法で要する時間を表し、右側が本実施例の方法で要する時間を表している。また図中Aは成膜処理の前工程、Bは成膜処理工程、Cは成膜処理の後工程を示している。

【0027】この結果により、従来方法と本実施例の方法とは成膜処理の前後の工程に要する時間は同じであるが（前工程80分、後工程60分）、成膜処理に要する時間は、本実施例の方法では、133.3分であり、200分を要する従来方法に比較して約67分少なく、結果としてトータルのシーケンス時間（従来方法340分、本実施例の方法273.3分）もその分だけ短縮することができることが確認された。従って本実施例の方法では、成膜速度を速くすることができ、その結果スループットを向上させることができると認められた。なお成膜する膜厚が厚い程スループットの向上が期待できる。

【0028】また上述の実験に伴い、2500 オングストロームのシリコン酸化膜を成膜したウエハについて0.2 μm以上のパーティクルの増加量をサーフスキャン6200を使用して測定したところ、最も多い所で34個/ウエハであり、パーティクルの発生は少なく、この面においても良い結果であった。

【0029】ここで本発明では、反応管内の圧力を0.9 Torr～1.5 Torr、モノシランガス（100%換算）の流量を毎分50 cc～毎分100 cc、モノシランガスと一酸化二窒素ガスとの流量比を1:40～1:60とすることが必要である。反応管内の圧力及びモノシランガスの流量が上述の下限値よりも低くなると大きな成膜速度が得られないし、また上限値よりも高くなるか、あるいはモノシランガスと一酸化二窒素ガスとの流量比が上述の範囲から外れるとSiO<sub>2</sub>膜内に異物が混入してしまう。

【0030】なおこのプロセス条件の範囲で次のような条件下で成膜速度及び膜厚の面内均一性を調べたところ以下のような結果であった。

【プロセス条件】

(1) 100%モノシランガス流量：70 SCCM、一酸化二窒素ガス流量：3500 SCCM、装置内圧力：1.5 Torr、成膜中心温度：750℃、成膜時間：50分

(2) 100%モノシランガス流量：80 SCCM、一酸化二窒素ガス流量：4000 SCCM、装置内圧力：1.5 Torr、成膜中心温度：750℃、成膜時

間：50分

(3) ヘリウムガスで20%に希釈したモノシランガス流量：400SCCM、一酸化二窒素ガス流量：4000SCCM、装置内圧力：1.0Torr、成膜中心温度：800℃、成膜時間：70分

(4) ヘリウムガスで20%に希釈したモノシランガス流量：400SCCM、一酸化二窒素ガス流量：4000SCCM、装置内圧力：1.2Torr、成膜中心温度：800℃、成膜時間：70分

(5) ヘリウムガスで20%に希釈したモノシランガス流量：400SCCM、一酸化二窒素ガス流量：4000SCCM、装置内圧力：1.1Torr、成膜中心温度：800℃、成膜時間：70分

【結果】

プロセス条件(1)、(2)、(3)、(4)、(5)の結果を夫々図8～12に示す。図において、縦軸は成膜速度及び膜厚の面内均一性であり、横軸はウエハポート上のウエハ位置であって、ウエハポートの上部側から数えたウエハの位置を示している。また図中白色で描かれた記号で示すプロットは成膜速度、黒色で描かれた記号で示すプロットは膜厚の面内均一性を夫々表している。

【0031】以上の結果により、上述のプロセス条件では、平均成膜速度が30～40オングストローム/min、平均面内均一性が2.3～5.2%であって、従来の面内均一性を維持しながら、成膜速度を早めることができることが確認された。

【0032】

【発明の効果】このように本発明の成膜方法によれば、良質なシリコン酸化膜を成膜することができる。また反応管内の圧力を高くすると共に、モノシランガス及び一酸化二窒素ガスを大流量で反応管内に供給することにより、大きな成膜速度でシリコン酸化膜を得ることができ、この結果スループットの向上が図られる。また環状の載置台を備えた被処理体保持具を用いているため、例えばモノシランガス及び一酸化二窒素ガスを大流量で供給しても成膜されたシリコン酸化膜の膜厚の面内均一性を高めることができる。

【0033】更に本発明の被処理体保持具及び熱処理装

置によれば、環状の載置台を備えているため上述の成膜方法を実施するのに好適であり、また被処理体の搬入側である、支柱が設けられていない側のリング幅は、支柱が設けられている側のリング幅よりも大きいため、被処理体に対して膜厚の面内均一性の高い薄膜を成膜することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明方法を実施するために用いられる成膜装置の一例を示す縦断面図である。

【図2】本発明方法の実施例で用いたウエハポートを示す外観斜視図である。

【図3】本発明方法の実施例で用いたウエハポートの一部分を示す断面図である。

【図4】本発明方法の実施例で用いた環状の載置台を示す説明図である。

【図5】ウエハポート上のウエハ位置と成膜速度及び面内均一性との関係を示す特性図である。

【図6】ウエハポート上のウエハ位置と成膜速度及び面内均一性との関係を示す特性図である。

【図7】従来方法と本発明方法とのシーケンスに要する時間の比較説明図である。

【図8】ウエハポート上のウエハ位置と成膜速度及び面内均一性との関係を示す特性図である。

【図9】ウエハポート上のウエハ位置と成膜速度及び面内均一性との関係を示す特性図である。

【図10】ウエハポート上のウエハ位置と成膜速度及び面内均一性との関係を示す特性図である。

【図11】ウエハポート上のウエハ位置と成膜速度及び面内均一性との関係を示す特性図である。

【図12】ウエハポート上のウエハ位置と成膜速度及び面内均一性との関係を示す特性図である。

【符号の説明】

- 2 加熱炉
- 3 反応管
- 4 マニホールド
- 5 ウエハポート
- 61 環状の載置台
- 62 支持部材